

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 2000273524 A

(43) Date of publication of application: 03.10.00

(51) Int. Cl

C21C 7/06

B22D 1/00

C21C 7/04

// C22C 38/00

C22C 38/14

(21) Application number: 11083878

(71) Applicant: KAWASAKI STEEL CORP

(22) Date of filing: 26.03.99

(72) Inventor: IIJIMA HIROMASA  
NABESHIMA SEIJI  
KISHIMOTO YASUO

(54) PRODUCTION OF HIGH CLEANLINESS STEEL

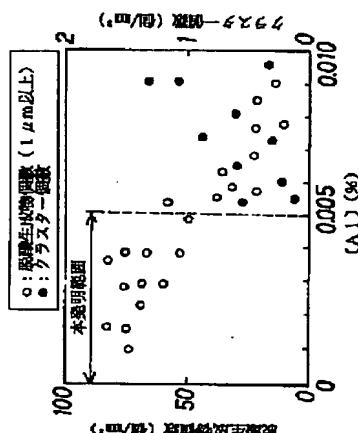
(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To produce a high cleanliness steel having little deoxidation products and little defect caused by the deoxidation products by deoxidizing molten steel without producing large cluster state deoxidation products and fining and dispersing the oxides.

SOLUTION: A vacuum degassing treatment is executed by adding Si-base ferro-alloy and Mn-base ferro-alloy into molten steel and successively, a deoxidizing treatment is executed by adding Al, Ti, Zr and rare earth elements, and the molten steel containing 0.50-1.00 wt.% Si, 1.0-2.0 wt.% Mn, 20.005 wt.% Al, 0.001-0.005 wt.% Ti, 0.001-0.005 wt.% Zr and 0.0005-0.005 wt.% rare earth elements, is produced.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO

SI: 0.50~1.00wt%  
Mn: 1.00~2.00wt%  
Al: 0.001~0.005wt%  
Ti: 0.001~0.005wt%  
Zr: 0.001~0.005wt%  
RE: 0.0005~0.005wt%



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-273524

(P2000-273524A)

(43)公開日 平成12年10月3日 (2000.10.3)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup> 識別記号  
C 21 C 7/06  
B 22 D 1/00  
C 21 C 7/04  
// C 22 C 38/00 301  
38/14

F I  
C 21 C 7/06  
B 22 D 1/00  
C 21 C 7/04  
C 22 C 38/00  
38/14

テマコト<sup>\*</sup>(参考)  
4K013

K

D

301Z

審査請求 未請求 請求項の数 2 OL (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平11-83878

(71)出願人 000001258

川崎製鉄株式会社

兵庫県神戸市中央区北本町通1丁目1番28号

(72)発明者 飯嶋 寛昌

千葉県千葉市中央区川崎町1番地 川崎製鉄株式会社技術研究所内

(72)発明者 鍋島 誠司

千葉県千葉市中央区川崎町1番地 川崎製鉄株式会社技術研究所内

(74)代理人 100099531

弁理士 小林 英一

最終頁に続く

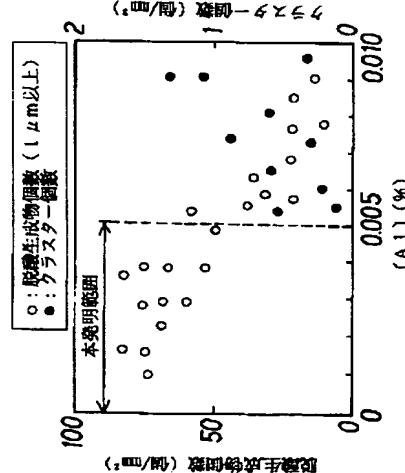
(54)【発明の名称】 高清淨度鋼の製造方法

(57)【要約】

【課題】 大型のクラスター状脱酸生成物を生成させることなく溶鋼を脱酸し、酸化物を微細化して分散させ、脱酸生成物や脱酸生成物に起因する欠陥の少ない高清淨度鋼を製造する。

【解決手段】 溶鋼にSi系フェロアロイおよびMn系フェロアロイを添加して真空脱ガス処理を行ない、次いでAl, Ti, Zrおよび希土類元素を添加して脱酸処理を行ない、Si: 0.50~1.00重量%、Mn: 1.0 ~2.0 重量%、Al: 0.005 重量%以下、Ti: 0.001 ~0.005 重量%、Zr: 0.001 ~0.005 重量%、希土類元素: 0.0005~0.005 重量%を含有する溶鋼を溶製する。

SI: 0.50~1.00重量%  
Mn: 1.00~2.00重量%  
Ti: 0.001~0.005重量%  
Zr: 0.001~0.005重量%  
RE: 0.0005~0.005重量%



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】出鋼された取鍋内の溶鋼にSi系フェロアロイおよびMn系フェロアロイを添加して脱酸処理を行ない、次いでAl、Ti、Zrおよび希土類元素を添加して脱酸処理を行ない、

Si : 0.50~1.00重量%、

Mn : 1.0 ~2.0 重量%、

Al : 0.005 重量%以下、

Ti : 0.001 ~0.005 重量%、

Zr : 0.001 ~0.005 重量%、

希土類元素 : 0.0005~0.005 重量%

を含有する溶鋼を溶製することを特徴とする高清淨度鋼の製造方法。

【請求項2】出鋼された取鍋内の溶鋼にSi系フェロアロイおよびMn系フェロアロイを添加して脱酸処理を行ない、次いでAlを添加して脱酸処理を行ない、さらにTi、Zrおよび希土類元素を添加して脱酸処理を行ない、

Si : 0.50~1.00重量%、

Mn : 1.0 ~2.0 重量%、

Al : 0.005 重量%以下、

Ti : 0.001 ~0.005 重量%、

Zr : 0.001 ~0.005 重量%、

希土類元素 : 0.0005~0.005 重量%

を含有する溶鋼を溶製することを特徴とする高清淨度鋼の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、大型のクラスター状脱酸生成物を生成させることなく溶鋼を脱酸し、脱酸生成物や脱酸生成物に起因する欠陥の少ない高清淨度鋼の製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】一般に、高炉で溶製された溶銑を転炉で脱炭精錬した後、取鍋内に出鋼し、Alを添加して脱酸処理を行ない溶鋼中の酸素を脱酸生成物として除去し、さらに成分調整を行なってから連続铸造して铸片を得ている。溶鋼にAlを添加して脱酸する際、ガス攪拌やRH脱ガス装置を用いて脱酸生成物を凝集・合体させ、脱酸生成物の浮上を促進する方策が採られているが、脱酸生成物を完全に除去することは不可能であり、铸片には不可避免的に脱酸生成物すなわちアルミナが残留する。

【0003】残留したアルミナは互いに凝集・合体してクラスターを形成する。特にそのクラスターが铸片の表層部に捕捉された場合、美麗さを要求される自動車用钢板などの薄钢板製品の表面性状が損なわれる。したがって、この種の薄钢板製品においてアルミナクラスターの発生を防止することは極めて重要である。アルミナクラスターの生成を防止するための鋼の脱酸方法としては、例えば特開昭51-5224号公報には、Ca : 10~30%、Al : 2~20%、Mg : 1~15%、Si : 10~60%、Ba : 10~30%

および残余Feからなる合金脱酸材で溶鋼の複合脱酸処理を行なう方法が開示されている。しかしながら、この合金脱酸材はBaを含むので、溶鋼中に添加した場合、その作業環境に問題がある。つまりBaは人体の筋肉に対する強い毒性があり、筋肉組織とともに腸や心臓の機能に障害を与える、この粉塵を吸引すると中毒になる可能性がある。

【0004】また、この合金脱酸材を使用する場合、蒸気圧の高いCaとMgとが比較的多量に添加されることになるので、溶鋼中のCaおよびMgの歩留りが一定のレベルで安定しない。このため脱酸生成物の組成や形態を制御するのが難しくなり、クラスター状脱酸生成物の生成を防止する効果が十分に得られない。また特開平3-267311号公報には、鋼中の成分の重量濃度をTi : 0.008~0.018%、Zr : 0.005~0.015%、Ca : 0.0010~0.0045%、Al : 0.005%以下とする複合脱酸処理の方法が開示されている。しかしながら、この方法は蒸気圧の高いCaが添加されるので、溶鋼中のCaの歩留りが一定のレベルで安定しない。

【0005】特開昭54-116312号公報には、Alに対して2~10 mol%の希土類元素の1種以上を含む合金脱酸材が開示されている。この合金脱酸材を用いて脱酸処理を行なうと、デンドライト状脱酸生成物の生成を防止するには効果的であり、大型のクラスター状脱酸生成物の生成を防止できる。しかしながら自動車用钢板で問題となる粒径100 μm程度のクラスターを十分に低減できず、しかも生成した希土類元素の脱酸生成物の比重が大きいので、脱酸生成物を溶鋼から十分に浮上・分離できないという問題がある。

【0006】  
【発明が解決しようとする課題】本発明は上記のような問題を解決すべく、大型のクラスター状脱酸生成物を生成させることなく溶鋼を脱酸し、酸化物を微細化して分散させ、脱酸生成物や脱酸生成物に起因する欠陥の少ない高清淨度鋼の製造方法を提供することを目的とする。

【0007】  
【課題を解決するための手段】本発明は、出鋼された取鍋内の溶鋼にSi系フェロアロイおよびMn系フェロアロイを添加して脱酸処理を行ない、次いでAl、Ti、Zrおよび希土類元素を添加して脱酸処理を行ない、Si : 0.50~1.00重量%、Mn : 1.0~2.0 重量%、Al : 0.005 重量%以下、Ti : 0.001~0.005 重量%、Zr : 0.001~0.005 重量%、希土類元素 : 0.0005~0.005 重量%を含有する溶鋼を溶製する高清淨度鋼の製造方法である。

【0008】また本発明は、出鋼された取鍋内の溶鋼にSi系フェロアロイおよびMn系フェロアロイを添加して脱酸処理を行ない、次いでAlを添加して脱酸処理を行ない、さらにTi、Zrおよび希土類元素を添加して脱酸処理を行ない、Si : 0.50~1.00重量%、Mn : 1.0~2.0 重量%

%、Al : 0.005 重量%以下、Ti : 0.001 ~ 0.005 重量%、Zr : 0.001 ~ 0.005 重量%、希土類元素 : 0.0005 ~ 0.005 重量%を含有する溶鋼を溶製する高清淨度鋼の製造方法である。

#### 【0009】

【発明の実施の形態】鋳片の材質を向上させる方法として微細な酸化物を鋳片内に分散させて、これを変態あるいは析出の核として利用する技術がある。この場合、酸化物は微細であることが必須であり、粒径 0.5~5 μm 程度であることが望ましい。粒径 10 μm 以上の酸化物が生成すると鋳片の材質、特に割れ感受性に悪影響を与える。クラスターがさらに大型化して粒径 100 μm 以上になると、自動車用鋼板などの薄鋼板製品の表面性状やバーリング特性に悪影響を及ぼす。そのため粒径 100 μm 以上の大型のクラスター状酸化物を生成させずに酸化物を可能な限り低減し、鋳片内に微細な酸化物を分散させる必要がある。

【0010】脱酸処理を行なうと脱酸生成物として酸化物が生成する。一般にAlやTi等の酸化物は融点が高いため球状化しにくく、脱酸処理中に脱酸生成物同士が衝突すると塊状の脱酸生成物となる。この塊状の脱酸生成物が凝集・合体してクラスターを形成する。クラスターの形成を抑制するために脱酸生成物の融点を下げ、脱酸処理中の溶鋼温度において溶融させることが必要である。そこで取鍋内の溶鋼にSi系フェロアロイおよびMn系フェロアロイを添加して脱酸処理を行なう。その後、Al、Ti、Zrおよび希土類元素を添加して脱酸処理を行なう。なお取鍋内の溶鋼にSi系フェロアロイおよびMn系フェロアロイを添加して脱酸処理を行ない、さらに、Alを添加して脱酸処理を行なった後、Ti、Zrおよび希土類元素を添加して脱酸処理を行なってもよい。

【0011】上記の処理を行なうことによって、Si : 0.50~1.00 重量%、Mn : 1.0 ~ 2.0 重量%、Al : 0.005 重量%以下、Ti : 0.001 ~ 0.005 重量%、Zr : 0.001 ~ 0.005 重量%、希土類元素 : 0.0005 ~ 0.005 重量%を含有する溶鋼を溶製することによって脱酸生成物の低融点化を図り、脱酸生成物のクラスターの形成を抑制することができる。

【0012】以下に本発明における各元素の含有量の限定理由を説明する。なお希土類元素を添加する際には、希土類元素（以下REMという）のうちの少なくとも1種の元素を添加する。

Si : 0.50~1.00 重量%

Siは脱酸処理のために必要な元素であるが、その含有量が1.00 重量%を越えると薄鋼板製品の靭性の低下を招く。一方、Siの含有量が0.50 重量%未満では脱酸不足となるため、鋼中の酸素濃度が高くなり清浄度が悪化する。したがってSiの含有量を0.50~1.00 重量%の範囲に限定した。

【0013】Mn : 1.0 ~ 2.0 重量%

Mnは脱酸処理のために必要な元素であり、薄鋼板製品の靭性の改善にも効果がある。靭性改善の効果はMn/C比が大きいほど良い。しかしながらMnの含有量が2.0 重量%を越えると、引張強度が大きくなりすぎるために靭性の低下を招く。一方、Mnの含有量が1.0 重量%未満では靭性改善の効果が得られない。したがってMnの含有量を1.0 ~ 2.0 重量%の範囲に限定した。

#### 【0014】Al : 0.005 重量%以下

Alは強脱酸元素であるため少量でもSiO<sub>2</sub>やMnOを還元し、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を形成する。つまり他の微細な酸化物が生成する妨げとなり、脱酸処理によって生成する脱酸生成物の中のAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>濃度が高くなる。そのため脱酸生成物の融点が上昇し、脱酸生成物が溶鋼中に残留してクラスターを形成する。したがってAlの含有量は少ないほど良く、0.005 重量%以下とした。なおAlの含有量と脱酸生成物やクラスターの個数との関係は図1に示す通りである。

#### 【0015】Ti : 0.001 ~ 0.005 重量%

Tiは脱酸生成物がクラスターを形成するのを防止し、球状の脱酸生成物を均一に分散させる効果がある。Tiの含有量が0.001 重量%未満ではTi酸化物が少なくなり、大型の脱酸生成物が生成する。一方、Tiの含有量が0.005 重量%を越えると、脱酸処理によって生成する脱酸生成物中のTi酸化物の濃度が高くなる。そのため脱酸生成物の融点が上昇し、脱酸生成物が溶鋼中に残留してクラスターを形成し、微細な酸化物が減少する。したがってTiの含有量を0.001 ~ 0.005 重量%の範囲に限定した。なおTiの含有量と脱酸生成物やクラスターの個数との関係は図2に示す通りである。

#### 【0016】Zr : 0.001 ~ 0.005 重量%

Zrは脱酸生成物がクラスターを形成するのを防止し、球状の脱酸生成物を均一に分散させる効果がある。Zrの含有量が0.001 重量%未満ではZr酸化物が少なくなり、大型の酸化物が生成する。一方、Zrの含有量が0.001 重量%を越えると、脱酸処理によって生成する脱酸生成物中のZr酸化物の濃度が高くなる。そのため脱酸生成物の融点が上昇し、脱酸生成物が溶鋼中に残留してクラスターを形成し、微細な酸化物が減少する。したがってZrの含有量を0.001 ~ 0.005 重量%の範囲に限定した。なおZrの含有量と脱酸生成物やクラスターの個数との関係は図3に示す通りである。

#### 【0017】REM : 0.0005 ~ 0.005 重量%

REMもTi、Zrと同様に脱酸生成物がクラスターを形成するのを防止し、球状の脱酸生成物を均一に分散させる効果がある。REMの含有量が0.005 重量%未満ではREM酸化物が少なくなり、大型の酸化物が生成する。一方、REMの含有量が0.005 重量%を越えると、脱酸処理によって生成する脱酸生成物中のREM酸化物の濃度が高くなる。そのため脱酸生成物の融点が上昇し、脱酸生成物がクラスターを形成し、微細な酸化物が減少する。したがってREMの含有量を0.001 ~ 0.005 重量%の範囲に限定

した。なお REMの含有量と脱酸生成物やクラスターの個数との関係は図4に示す通りである。

#### 【0018】

【実施例】(実施例1) 容量30kgの高周波溶解炉を用いて、MgO 埠堀でSi:0.50~1.00重量%、Mn:1.0~2.0重量%を含有する溶鋼をAr雰囲気中で30kg溶製した後、1580°Cの温度に保持した。この溶鋼中にAlを添加し、さらに約1分後にTi, Zr, REMを添加して脱酸処理を行な\*

\*った後、インゴットに鋳込んで鋼塊を得た。

【0019】こうして得られた鋼塊からサンプルを採取して、光学顕微鏡で粒径1μm以上の脱酸生成物の分布を調査した。各サンプルの化学組成、脱酸元素の添加量および脱酸生成物の最大粒径を表1および表2に示す。表1は本発明の例であり、表2は比較例である。

#### 【0020】

【表1】

	化学組成 (wt%)							脱酸元素添加量 (g/kg-metal)				最大脱酸生成物粒径 (μm)	備考
	C	Si	Mn	Al	Ti	Zr	REM	Al	Ti	Zr	REM		
1	0.05	0.50	1.00	0.0050	0.0010	0.0015	0.0010	0.0625	0.0143	0.0300	0.0250	8	発明例
2	0.09	0.65	1.47	0.0043	0.0030	0.0025	0.0045	0.0538	0.0429	0.0500	0.1125	7	発明例
3	0.10	1.00	1.90	0.0039	0.0047	0.0010	0.0050	0.0488	0.0870	0.0200	0.1250	6	発明例
4	0.17	0.78	1.65	0.0041	0.0015	0.0035	0.0025	0.0513	0.0214	0.0700	0.0625	9	発明例
5	0.08	0.57	1.32	0.0029	0.0027	0.0050	0.0035	0.0363	0.0386	0.1000	0.0875	2	発明例
6	0.25	0.75	2.00	0.0035	0.0050	0.0040	0.0005	0.0438	0.0714	0.0800	0.0125	3	発明例
7	0.15	0.98	1.70	0.0019	0.0020	0.0045	0.0042	0.0238	0.0286	0.0900	0.1050	5	発明例
8	0.13	0.62	1.38	0.0032	0.0013	0.0030	0.0029	0.0400	0.0186	0.0600	0.0725	5	発明例
9	0.11	0.84	1.58	0.0025	0.0037	0.0033	0.0035	0.0313	0.0529	0.0660	0.0875	7	発明例
10	0.06	0.77	1.25	0.0022	0.0042	0.0047	0.0007	0.0275	0.0600	0.0940	0.0175	4	発明例

#### 【0021】

【表2】

	化学組成 (wt%)							脱酸元素添加量 (g/kg-metal)				最大脱酸生成物粒径 (μm)	備考
	C	Si	Mn	Al	Ti	Zr	REM	Al	Ti	Zr	REM		
11	0.05	0.58	1.08	0.0050	—	—	—	0.0625	—	—	—	80	比較例
12	0.06	0.70	1.20	0.0047	—	0.0045	—	0.0588	—	0.0900	—	75	比較例
13	0.15	0.65	1.05	0.0065	—	0.0047	—	0.0813	—	0.0940	—	60	比較例
14	0.20	0.62	1.70	0.0080	—	—	0.0040	0.1000	—	—	0.1000	40	比較例
15	0.14	0.55	1.11	0.0075	0.0030	—	0.0030	0.0938	0.0429	—	0.0750	65	比較例
16	0.15	0.51	1.50	0.0055	—	0.0045	0.0038	0.0688	—	0.0900	0.0950	35	比較例
17	0.25	0.43	1.15	0.0100	0.0040	0.0020	0.0050	0.1250	0.0571	0.0400	0.1250	55	比較例
18	0.07	0.69	1.73	0.0050	0.0035	—	—	0.0625	0.0500	—	—	25	比較例
19	0.05	0.80	1.82	0.0120	0.0021	—	0.0010	0.1500	0.0300	—	0.0250	75	比較例
20	0.20	0.31	0.70	0.0050	0.0015	0.0033	0.0035	0.0625	0.0214	0.0660	0.0875	80	比較例

【0022】表2に比較例として示したように、Ti, ZrおよびREMを添加しない場合あるいは化学組成が本発明の範囲から外れる場合は、最大粒径25μm以上の粗大なアルミナクラスターまたは粗大な脱酸生成物が存在する。一方、表1に示した本発明の例では、最大粒径が10μm以下の微細な脱酸生成物が生成している。

(実施例2) 280トンの上底吹き転炉でC:0.03重量%、Si:0.50重量%、Mn:1.50重量%を含有する溶鋼を溶製した後、その溶鋼をRH脱ガス装置を用いて還流し

て脱酸処理を行なった。その後、金属Alを0.1kg/t添加して脱酸処理を行なった。すなわち5分間の還流で溶鋼中のフリー酸素は300ppmから100ppmに低下した。その後さらに35%Fe-Ti, 45%Fe-Zrおよび20%Fe-REMをこの溶鋼に添加して10分間還流した。その結果、タンデイッシュでの溶鋼中のトータル酸素量は50ppmであり、Al, Ti, Zr, REMの含有量はそれぞれAl:0.004重量%, Ti:0.002重量%, Zr:0.0045重量%, REM:0.004重量%であった。

【0023】こうして得られた溶鋼で連続鋳造（鋳型寸法 260×1600mm、鋳造速度1.8 m／分）を行ない、鋳片を得た。この鋳片を加熱し、さらに熱間圧延および冷間圧延を行ない、厚さ0.8 mmの冷延鋼板として、この冷延鋼板の表面欠陥を調査した。その結果、従来の単独Al添加で脱酸した溶鋼から製造した冷延鋼板の場合は表面欠陥不良率が0.8%であるのに対して、本発明で得られた溶鋼から製造した冷延鋼板の表面欠陥不良率は0%であった。

【0024】このように本発明に基づいて製造された冷延鋼板は、表面性状が極めて優れており、脱酸生成物に起因する表面欠陥は皆無であった。

【0025】

10

【発明の効果】本発明によると、大型のクラスター状脱酸生成物を生成させることなく溶鋼を脱酸し、酸化物を微細化して分散させ、脱酸生成物や脱酸生成物に起因する欠陥の少ない高清浄度鋼を製造できる。

#### 【図面の簡単な説明】

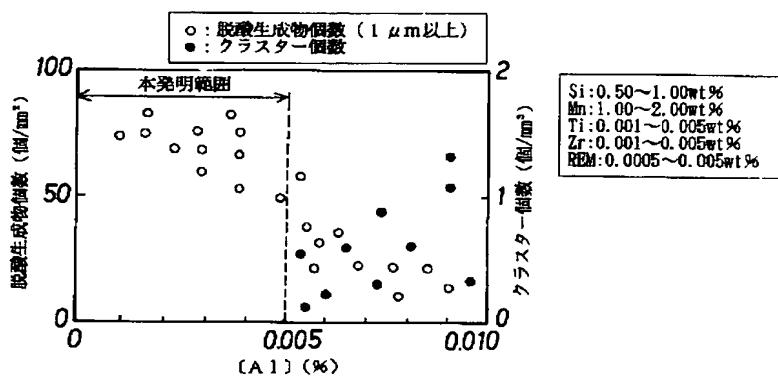
【図1】銅中のAlの含有量と脱酸生成物あるいはクラスターの個数との関係を示すグラフである。

【図2】銅中のTiの含有量と脱酸生成物あるいはクラスターの個数との関係を示すグラフである。

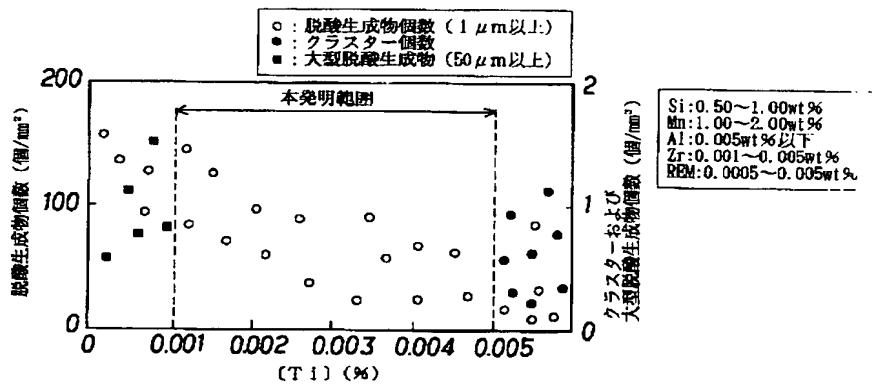
【図3】銅中のZrの含有量と脱酸生成物あるいはクラスターの個数との関係を示すグラフである。

【図4】銅中のREMの含有量と脱酸生成物あるいはクラスターの個数との関係を示すグラフである。

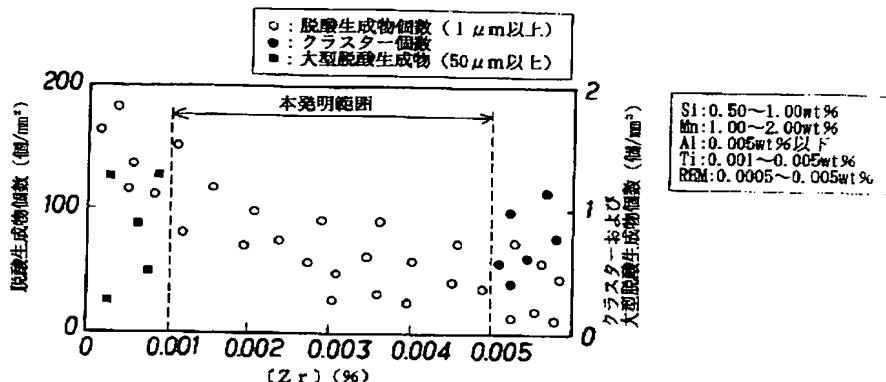
【図1】



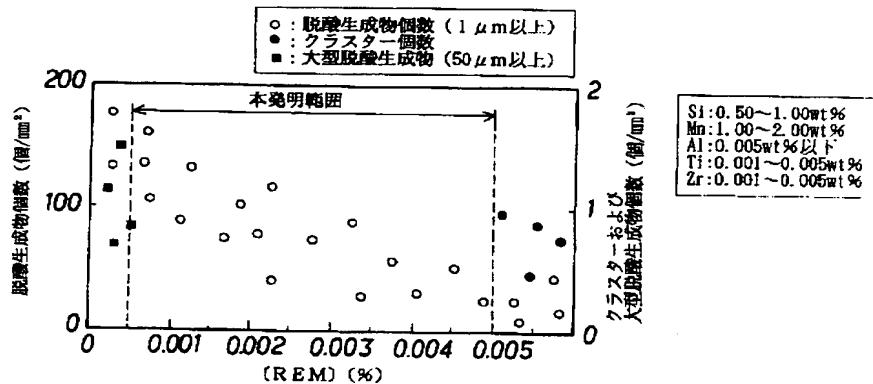
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 岸本 康夫

千葉県千葉市中央区川崎町1番地 川崎製  
鉄株式会社技術研究所内

Fターム(参考) 4K013 AA07 BA08 BA14 DA03 DA08

EA19 EA26 EA32 FA02